

L20 ANSWER 55 OF 298 CA COPYRIGHT 2004 ACS on STN

AN 120:220033 CA

TI Carbon fiber-reinforced plastic impellers

IN Iio, Hikari

PA Nissan Motor, Japan

SO Jpn. Kokai Tokkyo Koho, 15 pp.

PI JP 06042302 A2 19940215 JP 1992-197261 19920723

PRAI JP 1992-197261 19920723

AB The title impellers, with good heat resistance and mech. strength, are prepd. from PEEK, polyetherketone, polyetherketone-polyetherimide blend, or polyether-nitrile contg. 20-40% carbon fibers or polyetherimide, polyethersulfone, or polyamideimide contg. 25-40% carbon fibers.

File: JPAB Feb 15, 1994

PUB-NO: JP06042302A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06042302 A

TITLE: FIBER REINFORCED RESIN-MADE IMPELLER

PUBN-DATE: February 15, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

IIO, HIKARI

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide an integral type fiber reinforced resin-made impeller of satisfying collision resistance against foreign matter, blade part rigidity, compression creep characteristic, compression strength, etc., required for the integral type fiber reinforced resin-made impeller.

CONSTITUTION: An integral type fiber reinforced resin-made impeller 1 is molded by using singly a carbon long fiber reinforced resin pellet or a mixed material at least contained therewith, so that a mean carbon fiber content of this fiber reinforced resin-made impeller obtains 20 to 40wt.% in the case that matrix resin is polyether ether ketone resin, polyether ketone resin, blend resin of polyether ketone/polyether imide, polyether nitrile resin and 25 to 40wt.% in the case that the matrix resin is polyether imide resin, polyether sulfone resin, polyamideimide resin.

COPYRIGHT: (C)1994, JPO&Japio

File: DWPI Feb 15, 1994

DERWENT-ACC-NO: 1994-089832

COPYRIGHT 2004 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Fibre-reinforced resin-made impeller for internal combustion engine - having an internal blade section and a base section made from carbon% contg. fibre reinforced resin pellets

PRIORITY-DATA: 1992JP-0197261 (July 23, 1992)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	PAGES	MAIN-IPC
JP 06042302 A	February 15, 1994	015	F01D005/28

ABSTRACT:

The impeller has an integral blade section and a base section. The impeller is formed by using C long fibre-reinforced resin pellets or a mixed raw material contg. at least the C long fibre-reinforced resin pellets. The content of the average C fibre is: (a) 20-40 wt.% when the matrix resin is polyether ether ketone resin, polyether ketone resin, polyether ketone-polyether imide blended resin, or polyether nitrile resin; and (b) 25-40 wt.% when the matrix resin is a polyether imide resin, polyether sulphone resin or polyamideimide resin.

USE/ADVANTAGE - Used in an internal combustion engine component. The impeller is formed by injection moulding or extrusion moulding and has high burst revolution speed and is lightweight. The use of the pellets improves real strength, durability life, foreign matter collision resistance, compression efficiency by reducing clearance between a compressor housing and the impeller, compressive breakdown strength and has no unusual sound by an increased in axial force due to improved compressive breakdown strength. A combination use is allowed for polyamideimide/C fibre, polyether imide/C fibre and polyether sulphone/C fibre. The use of the inexpensive polyether imide and the polyether sulphone provides the inexpensive impeller.

(51)Int.Cl.*	識別番号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 D 5/28		7825-3G		
B 2 9 C 67/14	U	7310-4F		
C 0 8 J 5/04	C E Z	7310-4F		
C 0 8 K 7/06				
C 0 8 L 71/10	L Q J	9187-4 J		

審査請求 未請求 請求項の数1(全15頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平4-197261

(22)出願日 平成4年(1992)7月23日

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市中区宝町2番地

(72)発明者 坂 尾 光

神奈川県横浜市中区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

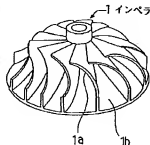
(74)代理人 弁理士 小堀 豊

(54)【発明の名称】 繊維強化樹脂製インペラ

(57)【要約】

【目的】 一体型繊維強化樹脂製インペラに要求される耐熱物性、異物捕性、圧縮クリープ特性、圧縮強度、等を満たした一体型繊維強化樹脂製インペラを提供する。

【構成】 繊維強化樹脂製インペラの平均炭素繊維含有率が、マトリックス樹脂がポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリエーテルケトン樹脂、ポリエーテルケトン/ポリエーテルイミドのブレンド樹脂、ポリエーテルニトリル樹脂の場合に20～40重量%、また、マトリックス樹脂がポリエーテルイミド樹脂、ポリエーテルサルホン樹脂、ポリアミドイミド樹脂の場合に25～40重量%となるように炭素長繊維強化樹脂ペレットを含む混合原料を使用して成形した一体型繊維強化樹脂製インペラ1。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 繊維強化樹脂からなる炭素・基部一体型炭素繊維強化樹脂製インペラにおいて、繊維強化樹脂製インペラの平均炭素繊維含有率が、マトリックス樹脂がポリアーテルエーテルケトン樹脂、ポリアーテルケトン樹脂、ポリアーテルケトン/ポリアーテルイミドのブレンド樹脂、ポリアーテルニトリル樹脂の場合には20〜40重量%、また、マトリックス樹脂がポリアーテルイミド樹脂、ポリアーテルサルホン樹脂、ポリアミドイミド樹脂の場合には25〜40重量%となるように炭素長繊維強化樹脂プレットを単独ないしは少なくとも炭素長繊維強化樹脂プレットを含む混合原料を使用して成形してなることを特徴とする一体型繊維強化樹脂製インペラ。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、耐熱性と機械的強度に優れた繊維強化樹脂製材料からなる内燃機関部品、特に、炭素・基部一体型繊維強化樹脂製インペラに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】ポリアーテルサルホン（以下、「PES」と略記する）、ポリアーテルケトン（以下、「PEK」と略記する）、ポリアーテルエーテルケトン（以下、「PEEK」と略記する）、ポリアーテルニトリル（以下、「PEN」と略記する）、ポリアーテルイミド（以下、「PEI」と略記する）、ポリアミドイミド（以下、「PAI」と略記する）等の耐熱性樹脂は、耐熱性・機械的強度の点で汎用のエンジニアリングプラスチックよりも大幅に優れていることから、スーパーエンジニアリングプラスチックと称されており、電気・電子機器、自動車等の用途に種々使用されている。

【0003】しかし、最近の技術の進歩により、これらの耐熱性樹脂が有する特性、特に機械的強度を高めたものが要求されるようになってきた。

【0004】このため、これら耐熱性樹脂に繊維状補強材、特に炭素繊維を配合することによって、機械的強度、耐熱性を改良する方法が実施されてきた。

【0005】そして、内燃機関部品、例えば、ターボチャージャー用インペラは、比較的大きな遠心力が発生するうえに、使用温度が通常時に40〜150℃、ヒートソーク時には200℃近くに達するため、炭素繊維で補強した前記のようなスーパーエンジニアリングプラスチックの適用が検討されてきた。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、内燃機関部品、例えば一体型繊維強化樹脂製インペラでは、優れた耐熱性と100,000rpm以上にも達する高速回転の使用に耐えうる強度、ならびに高速回転下においても炭素がコンプレッサハウジングと接触しない高剛性が要求されるために、特開平2-175972号公報に記

載されているような市販の炭素繊維強化スーパーエンジニアリングプラスチックの特性を大幅に上回る材料が開発され、市販に向けて研究・開発が進められている。

【0007】しかし、一体型繊維強化樹脂製インペラは、その軽量を利用して、従来のアルミニウム合金製インペラよりも約5〜20%の加速性能の向上を提供可能とするが、すべての面でアルミニウム合金製インペラを上回っているわけではない。

【0008】実用化に際しては、破壊回転数ならびに耐久性が最も優先するが、このほかに、吸気系より侵入する微細な異物がインペラに衝突した場合の耐久性、インペラを締結するナットの締め付けにより生じる座面のへたりとその結果として生じるインペラの位相変化に起因する異音、より高速回転の仕様になった場合のコンプレッサハウジングとの接触を防止しうる炭素の剛性確保等、実用化に際して、一体型繊維強化樹脂製インペラ用材料に要求される特性は多い。

## 【0009】

【発明の目的】本発明は、破壊回転数や耐久時間といった一般的な意味での耐久信頼性はもとより、一体型繊維強化樹脂製インペラの実用化に際して要求される諸特性、例えば、耐異物衝突性、コンプレッサハウジングとの接触を生じない優れた異音剛性、座面のへたりを低減する優れた圧縮クリープ特性、締結トルク（軸力）の増大を可能とする優れた圧縮強度、等を満たした一体型繊維強化樹脂製インペラを提供することを目的としている。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】この発明は、繊維強化樹脂からなる炭素・基部一体型繊維強化樹脂製インペラにおいて、繊維強化樹脂製インペラの平均炭素繊維含有率が、マトリックス樹脂がPEEK、PEK、PEK/PEI、PENの場合には20〜40重量%となるように炭素長繊維強化樹脂プレットを単独ないしは少なくとも炭素長繊維強化樹脂プレットを含む混合成形材料を使用して成形し、また、マトリックス樹脂がPEI、PES、PAIの場合には25〜40重量%となるように炭素長繊維強化樹脂プレットを単独ないしは少なくとも炭素長繊維強化樹脂プレットを含む混合成形材料を使用して成形する構成としたことを特徴としており、このような一体型繊維強化樹脂製インペラに係わる発明の構成をもって前述した従来の課題を解決するための手段としている。

【0011】ところで、長繊維強化樹脂プレットは、成形品中の繊維長を大きくすれば優れた機械的特性が得られるであろうという発想から何十年も前から試みられており、特公昭43-7448号公報や特公昭44-16793号公報といったかなり古い公報にも、このアイデアは散見される。

【0012】しかし、こう言った発明の多くは繊維長の

増大の効果は見られたが、フィラメントと樹脂との間の濡れ性が悪いために物性値の改善には至らないことが多く、場合によっては、含浸不良部位がそのまま成形品中に導入されるために、チョップド繊維を使用したときよりもむしろ悪影響の特性が悪いことさえあった。

【0013】実質的な意味で長繊維強化樹脂プレットが使用されるようになったのは、英国ICI社が“Verton”の商標で市販した一連のガラス長繊維強化ポリアミド66樹脂プレット以後であり、現在、我が国ではポリプラスチック(株)の“セルストラン”や三井東圧化学(株)の“MTC-TPCM(LEP)”等が市販されている。

【0014】短繊維強化複合材料の強度に関するKellyの理論では、複合材料の強度 $\sigma_{cu}$ は、繊維の強度 $\sigma_{fu}$ 、マトリックス樹脂の強度 $\sigma_{mu}$ 、臨界繊維長 $l_c$ 、複合材料中の繊維長 $L_f$ 、繊維の体積含有率 $V_f$ 、マトリックス樹脂の体積含有率 $V_m$ が既知であれば、 $\sigma_{cu} = \sigma_{fu} \cdot (1 - L_c / 2L_f) \cdot V_f + \sigma_{mu} \cdot V_m$ により計算できるとされている。

【0015】上記の式が実験に成立するとすると、長繊維強化樹脂プレットの使用によって繊維長 $L_f$ の増大が可能になれば大幅な強度向上が期待できる。

【0016】しかし、実際には、衝撃強度は飛躍的に増大したが、引張り強度や曲げ強度はチョップド繊維を混練して製造した短繊維強化樹脂プレットを使用した場合と比較すると、同等もしくは $\sim 20\text{MPa}$ 程度の増大にとどまった。

【0017】図6および図7は、発明者が行ったポリアミド66樹脂/ガラス系(図6、7ではPA66/GFと略記)の引張り強度ならびに平均繊維長の計測結果を示すものである。

【0018】長繊維強化樹脂プレット(英国ICI社製:Verton RF7007, RF700-10, RF700-12と非強化ポリアミド66樹脂:マニールA225を使用、図6ではGFと略記)を使用した場合と、短繊維強化樹脂プレット(英国ICI社製:A690, A190とマニールA225を使用、図6、7ではSGFと略記)を使用した場合とを比較すると、ガラス繊維含有率が30重量%ではほぼ同等の引張り強度であり、繊維含有率の増加とともに若干のメリットが見られるようになるが、そのメリットは繊維含有率が50重量%の場合ですら約20MPaにすぎない。そして、図7に示したように、繊維長自体は長繊維強化樹脂プレットを使用すると約2倍の値が得られており、Kellyの理論との相違は非常に大きい。

【0019】図6および図7に示したように、繊維長の増大のメリットは以外に小さく、炭素繊維で補強する系について試みられることは皆無であった。

【0020】短繊維強化樹脂プレットの場合、ガラス繊維を補強材として使用すると、成形品中の繊維長は通常

300~400 $\mu\text{m}$ となるが、炭素繊維を補強材として使用した場合には100 $\mu\text{m}$ 程度の繊維長しか得られない。このように、繊維破断の生じやすい炭素繊維では長繊維化のメリットはほとんどないと言われてきた。また、炭素繊維は一般にガラス繊維と比較すると繊維径が小さいため、繊維がからまって破断したり、成形品中からまった状態で導入されて欠陥となったりするうえに、繊維間に樹脂が含浸しにくいため、長繊維化を検討されることなく現在にいたっている。

【0021】これとは別に、一体型繊維強化樹脂製インペラの開発に携わってきた本発明者は、チョップドタイプの炭素繊維を使用して製造した一体型繊維強化樹脂製インペラの信頼性の向上を達成するために、その炭素繊維の研究を行い、Kellyらは別の方法に達した。

【0022】図8は、30重量%の炭素短繊維で強化したPEEK樹脂の破断過程の観察結果である。Kellyの理論では、繊維の増大ではマトリックス樹脂が降伏するために応力一定と仮定し、繊維に作用する応力が繊維強度に達すると繊維が破断するとしている。しかし、実際には繊維端部の応力集中によって繊維端部よりクラックが発生し、隣接した繊維端部より生じたクラックと合体して最終破断に至っている。

【0023】最終破断時の不安定な進展や外的応力方向に配向していない繊維が時々破断するケースも見られるが、これらの繊維の破断はKellyの理論にしたがって破断したものでなく、また、これらの繊維の破断が最終破断を決定づけているわけでもない。

【0024】本発明者の観察によると、炭素短繊維強化樹脂の最終破断はKellyの理論には全く従っておらず、主として繊維端部より生じるクラックの合体によって決まる。

【0025】以上のような考えに基づいて、長繊維強化樹脂プレットの効果に関するデータを見直してみると、ガラス繊維強化の場合に長繊維化のメリットが少ないのは、繊維径が大きく(通常、ガラス繊維の繊維径は13 $\mu\text{m}$ が多い、図6および図7に示したポリアミド66樹脂/ガラスでは平均値が18 $\mu\text{m}$ であった)、比較的繊維が長く残しやすいガラスを使用すると、単位面積当たりの繊維端部の数が少ないために、繊維の合体が本質的に生じにくいので、少しくらい長繊維化されたとしても繊維端部間の距離が十分にあるため、強度向上のメリットが生じにくいのではないかと推測した。繊維含有率が大きくなると、単位面積当たりの繊維端部の数が増大するため、繊維端部間の距離が小さくなるので、クラックの合体が生じやすくなる。

【0026】このため、繊維含有率が大きくなると、少しくらい長繊維化のメリットが生じ始める。この推定は図6および図7の結果を非常にうまく説明している。

【0027】前述のような理由から、補強材として炭素繊維を用いた長繊維強化樹脂プレットを検討した例は皆

5

無に近かったが、本発明者の理論が正しいとすると、炭素繊維を用いたほうがガラス繊維を用いた場合よりもむしろ効果が大いことになる。繊維径が小さく、繊維の断面が生じやすい炭素繊維を用いた場合には、単位面積当りの繊維端部の数はガラス繊維を補強材として使用した場合よりもはるかに多いはずである。この場合、繊維端部間の距離はクラックの合体が容易に生じるには十分な距離であるはずである。

【0028】炭素繊維は、前記のように非常に折れやすいために、ガラス長繊維強化樹脂ベレットを用いて得られるような繊維長、つまり、700〜800 $\mu$ mの繊維が残ることはあまり期待できないが、繊維端部間の距離が非常に小さい炭素繊維強化の場合であれば、たとえ200〜300 $\mu$ m程度の繊維長しか得られなくても、クラックの早期合体を防止する効果が十分であると本発明者は考えた。

【0029】図9に、本発明者が試作した炭素繊維強化PEEK（図9にはPEEK/CFと略記）の場合について、長繊維強化樹脂ベレット（図9にはLCFと略記）を使用した場合と短繊維強化樹脂ベレット（図9にはSCFと略記）を使用した場合の単位面積当りの繊維端部の数を比較した結果を示す。同時に、図10に、図6および図7に示したポリアミド66樹脂/ガラス（図10にはPA66/GFと略記）の場合について、長繊維強化樹脂ベレット（図10にはLGFと略記）を使用した場合と短繊維強化樹脂ベレット（図10にはSGFと略記）を使用した場合の比較結果をも示した。

【0030】図10に示すように、ポリアミド66樹脂/ガラスの場合には、ベレットの相違による単位面積当りの繊維端部数の差は〜60個/mm<sup>2</sup>にすぎないのに対して、図9に示すようにPEEK/炭素繊維の場合には、ベレットの相違による単位面積当りの繊維端部数の差は大きく、〜800個/mm<sup>2</sup>もの繊維端部数減少効果がある。

【0031】したがって、本発明者の理論によれば、長繊維強化樹脂ベレットを使用して成形した一体型繊維強化樹脂製インペラの耐久信頼性は、従来から使用されている短繊維強化樹脂ベレットを使用して成形した一体型繊維強化樹脂製インペラよりも格段に優れているはずである。

【0032】

【実施例】以下、この発明の実施例を比較例とともに説明する。

【0033】図1は、この発明の一実施例による異部・基部一体型繊維強化樹脂製インペラを示している。

【0034】図1に示すように、繊維強化樹脂製インペラ1は複雑な形状をしており、異部1aと基部1bとが一体となっていると共に、精密な寸法精度を必要とするものである。

【0035】この繊維強化樹脂製インペラ1は、図2に

6

示すようにインナーレース2、スラストスパーサ3、ロックナット4でシャフト5に固定されている。

【0036】この発明に係わる繊維強化樹脂製インペラ1は、前記成形材料を用い、押出し成形や、射出成形等の良く知られている方法で成形することができる。

【0037】例えば、図3に示す金型を用いて繊維強化樹脂製インペラ1を成形することができる。すなわち、この成形金型10は、インペラ形状をくり込んだ組立て式金型11と組み合わせた下金型12にピン13を取り付け、しかる後、上金型14を固定し、A方向からゲート15を通して成形材料を射出あるいは押し出しにより装入することによってインペラ形状部（キャビティ部）16に充填して成形する。

【0038】（実施例1）炭素繊維（東洋レヨン（株）製：HTA-7、3K）を $\phi$ 40mm-2ベント押出成形機の先端に設置した400℃でダイ（出口断面積：幅3.0mm、厚さ1.5mm）の適した後、ポリエーテルケトン樹脂（英国ICI社製：Victrex PEEK 220P）とポリエーテルアミド樹脂（米国GE社製：Uitem 1000）の80：20（重量比）の混合物を押出機より供給し、390〜400℃で溶融・混練し、加熱ダイ内に押し出しながら、前記樹脂混合物が凝着した炭素繊維を10mm/minで引き抜いた。この引抜物を水槽中に走行させて冷却固化した後、長さ10mmに切断して60重量%炭素長繊維強化樹脂ベレットを得た。

【0039】次に、炭素繊維を含まない前記混合物を溶融・混練・押し出して、非強化樹脂ベレットを製造し、前記長繊維強化樹脂ベレットと混合して混合成形材料の平均繊維含有率が30重量%となるように調整した。

【0040】このようにして得られた長繊維強化樹脂ベレットを含む混合成形材料を180℃で5時間熱処理した後、型締圧75TONの射出成形機を用いて、シリング温度410℃、金型温度210℃の成形条件で図3に示した成形金型10を使用して繊維強化樹脂製インペラ1の成形を行った。

【0041】なお、長繊維強化樹脂ベレット中の繊維の断面を最小程度に留めるため、射出成形機のスクリー回転数は30rpmとした。同様の理由から、以下の実施例においてもすべてスクリー回転数は30rpmとしている。

【0042】また、長繊維強化樹脂ベレット中の炭素繊維の長さは、長繊維強化樹脂ベレットの長手方向の寸法と同一であり、以下の実施例についても全く同様である。

【0043】（実施例2）ポリエーテルケトン樹脂と炭素繊維よりなる250mm $\times$ 250mm $\times$ 3mmの一方炭素繊維強化繊維布積層板（日本東洋（株）製：炭素繊維含有率：60重量%、ポリエーテルケトン樹脂は英国ICI社製：Victrex PEEK 220P、炭素

繊維は東邦レーヨン(株)製:HTA-7、3K)を切断して10mm×3mm×3mmの長方形形状の60重量%炭素長繊維強化樹脂ペレットを製造した。

【0044】次に、このペレットにポリエーテルケトン樹脂(英国ICI社製:Vitrex PEK 220G)ペレットを混合して混合成形材料の平均繊維含有率が30重量%となるように調製した。

【0045】このようにして得られた混合成形材料を180℃×5時間乾燥後、実施例1と同様の成形機、予備乾燥・成形条件で繊維強化樹脂製インペラ1を成形した。

【0046】(実施例3)ポリエーテルケトン樹脂のアブリゲートシート(英国ICI社製:APC-2炭素繊維:AS4、1mm-約8プライ)を[0°]×4構成(0°方向に24枚層)として、250mm×250mm×3mmの一方方向繊維強化ポリエーテルケトン樹脂積層板(炭素繊維含有率:67重量%)を得た。

【0047】次に、この積層板を切断して10mm×10mm×3mmの長方形形状の67重量%炭素長繊維強化ポリエーテルケトン樹脂ペレットを得た。

【0048】このようにして得られた長繊維強化樹脂ペレットに非強化のポリエーテルケトン樹脂ペレット(英国ICI社製:Vitrex PEEK 450G)を混合成形材料の平均繊維含有率が30重量%となるように混合した後、実施例1に記載の成形機、予備乾燥・成形条件によって繊維強化樹脂製インペラ1を成形した。なお、成形品中の繊維の長さを大きくするために、やや高め(のシリンダ温度設定となっている(ただし、400℃以下のシリンダ温度設定でも成形可能である。))。

【0049】(実施例4)炭素繊維(東邦レーヨン(株)製:HTA-7、3K)を実施例1に記載のダイ付き押出し機に通した後、ポリエーテルニトリル樹脂(出光興産(株)製:ID300 ナチュラル)を押出機より供給し、340℃×30分で溶融・混練し、加熱ダイ内に押し出ししながら、ポリエーテルニトリル樹脂が融着した炭素繊維を10m/minで引き抜いた。この引抜物を水槽中に走行させて冷却固化した後、長さ10mmに切断して60重量%炭素長繊維強化樹脂ポリエーテルニトリル樹脂ペレットを得た。

【0050】このペレットにポリエーテルニトリル樹脂ペレット(出光興産(株)製:ID300 ナチュラル)を混合成形材料の平均繊維含有率が30重量%となるように混合した。

【0051】このようにして得られた混合成形材料の予備乾燥を行った後、型温度75℃TONの射出成形機を使用してシリンダ温度350℃、金型温度220℃の成形条件で図3に示したような成形金型10を用いて繊維強化樹脂製インペラ1を成形した。

【0052】(実施例5)炭素繊維(東邦レーヨン(株)製:HTA-7、1K)を実施例1に記載のダイ付き押出し機に通した後、ポリアミドイミド樹脂(米国AMOCO社製:Torlon 4203L)を押出機より供給し、370℃×30分で溶融・混練し、加熱ダイ内に押し出ししながら、ポリアミドイミド樹脂が融着した炭素繊維を10m/minで引き抜いた。この引抜物を水槽中に走行させて冷却固化した後、長さ7mmに切断して40重量%炭素長繊維強化ポリアミドイミド樹脂ペレットを製造した。

【0053】このペレットにポリアミドイミド樹脂ペレット(米国AMOCO社製:Torlon 4203L)を混合成形材料の平均繊維含有率が30重量%となるように混合した。

【0054】このようにして得られた混合成形材料に対し120℃×24時間の予備乾燥を行った後、型温度750℃TONの射出成形機を用いて、シリンダ温度370℃、金型温度220℃の成形条件で繊維強化樹脂製インペラ1を成形した後、熱風循環式オーブンを使用し、165℃×24時間+245℃×24時間+260℃×170時間のアフターキュアを行った。

【0055】(実施例6)ポリエーテルイミド樹脂と炭素繊維の250mm×250mm×3mmの一方方向炭素繊維強化混練積層板(日本紡績(株)製:TEXXES hybridfabrics UD)を切断して10mm×3mm×3mmの長方形形状の炭素繊維強化樹脂ペレットを製造した。

【0056】このようにして得られたペレットに非強化のポリエーテルイミド樹脂ペレット(米国GE社製:U Item 1000)を混合成形材料の平均繊維含有率が30重量%となるように混合し、150℃×5時間の予備乾燥を行った。

【0057】この混合成形材料を用いて、実施例1に記載の成形機・成形条件で繊維強化樹脂製インペラ1の成形を行った。

【0058】(実施例7)炭素繊維(東邦レーヨン(株)製:HTA-7、3K)をN、N-ジメチルホルムアミド:シクロヘキサノン:メチルエーテルケトン=20:80:25(容積比)に溶解させたのち150℃×10分間の加熱処理で溶媒を除去し、実施例1に記載のダイ付き押出し機に通した後、ポリエーテルサルホン樹脂(英国ICI社製:Vitrex PES 4100P)を押出機より供給し、370℃で溶融・混練し、加熱ダイ内に押し出ししながら、ポリエーテルサルホン樹脂が融着した炭素繊維を10m/minで引き抜いた。この引抜物を水槽中に走行させて冷却固化した後、長さ10mmに切断して50重量%炭素長繊維強化ポリエーテルサルホン樹脂ペレットを得た。

【0059】このようにして得られたペレットにポリエーテルサルホン樹脂ペレット(英国ICI社製:Vitr

trex PES 3600G)を混合成形材料の平均繊維含有率が30重量%となるように混合した。次いで、この混合成形材料を180℃×5時間熱風乾燥した後、型締圧75TONの射出成形機を用いて、シリンダ温度380℃、金型温度200℃で繊維強化樹脂製インペラの成形を行った。

【0060】(比較例1)ポリエーテルサルホン樹脂(英国ICI社製:Vitrex PES 5003 P)20重量%、ジフルオロメタン40重量%、1,1,2-トリクロロエタン40重量%を使用してポリエーテルサルホン溶液を調製した。次いで、表面を酸処理したアクリル系炭素繊維(東邦レーヨン(株)製:HTA)のロービングをポリエーテルサルホン溶液に60m/hの速度で連続的に浸漬し、乾燥して脱溶剤を行った後、3mm長さで切断してチャップドストランドとした。

【0061】このチャップドストランドをステンレス鋼製のパッドに入れ、370℃に昇温して電気が投入し、真空雰囲気下で10時間の加熱処理を行った。以下に述べる比較例2〜比較例7において全く同様な処理を施した炭素繊維を使用した。

【0062】このようにして得られた炭素繊維チャップドストランドとポリエーテルケトン樹脂(英国ICI社製:Vitrex PEK 220P)およびポリエーテルイミド樹脂(米国GE社製:Uitem 1000)をポリエーテルケトン樹脂とポリエーテルイミド樹脂の割合が重量比で80:20となるように、また、炭素繊維含有率が前記樹脂に炭素繊維を加えた総重量に対して30重量%となるようにドライブレンドした後、6.5mm径押出機にて押出温度380℃で溶融・混練しながら押出す操作を行って、均一配合ペレットを得た。

【0063】次に、上記の均一配合ペレットを型締圧75TONの射出成形機を用いて、シリンダ温度400℃、金型温度210℃の成形条件で図3に示したような成形金型10を使用して繊維強化樹脂製インペラの成形を行った。

【0064】なお、比較例5を除くすべての比較例において、180℃×5時間のペレットの予備乾燥処理を行っている。

【0065】(比較例2)比較例1に記載の処理を行った炭素繊維チャップドストランドとポリエーテルケトン樹脂(英国ICI社製:Vitrex PEK 220P)を炭素繊維含有率が30重量%となるようにドライブレンドした後、6.5mm径押出機にて押出温度380℃で溶融・混練しながら押出す操作を行って、均一配合ペレットを得た。

【0066】次に、上記均一配合ペレットを型締圧75TONの射出成形機を用いて、シリンダ温度400℃、金型温度200℃の成形条件で図3に示したような成形金型10を使用して繊維強化樹脂製インペラの成形を行った。

【0067】(比較例3)比較例1に記載の処理を行った炭素繊維チャップドストランドとポリエーテルケトン樹脂(英国ICI社製:Vitrex PEK 450P)を炭素繊維含有率が30重量%となるようにドライブレンドした後、6.5mm径押出機にて押出温度380℃で溶融・混練しながら押出す操作を行って均一配合ペレットを得た。

【0068】次に、上記均一配合ペレットを型締圧75TONの射出成形機を用いて、シリンダ温度390℃、金型温度200℃の成形条件で図3に示したような成形金型10を使用して繊維強化樹脂製インペラの成形を行った。

【0069】(比較例4)比較例1に記載の処理を行った炭素繊維チャップドストランドとポリエーテルケトン樹脂(出光興産(株)製:ID300 ナチュラル)を炭素繊維含有率が30重量%となるようにドライブレンドした後、6.5mm径押出機にて押出温度350℃で溶融・混練しながら押出す操作を行って均一配合ペレットを得た。

【0070】次に、上記均一配合ペレットを型締圧75TONの射出成形機を用いて、シリンダ温度350℃、金型温度220℃の成形条件で図3に示したような成形金型10を使用して繊維強化樹脂製インペラの成形を行った。

【0071】(比較例5)比較例1に記載の処理を行った炭素繊維チャップドストランドとポリアミド樹脂(米国AMOCO社製:Torlon 4203L)を炭素繊維含有率が30重量%となるようにドライブレンドした後、6.5mm径押出機にて押出温度380℃で溶融・混練しながら押出す操作を行って均一配合ペレットを得た。

【0072】このペレットを120℃×10時間の熱風乾燥を行った後、型締圧50TONの射出成形機を用いて、シリンダ温度350℃、金型温度210℃の成形条件で図3に示したような成形金型10を使用して繊維強化樹脂製インペラの成形を行った。そして、成形後に、149℃×24時間+216℃×24時間+243℃×24時間+260℃×168時間のアフターキュアを行った。

【0073】(比較例6)比較例1に記載の処理を行った炭素繊維チャップドストランドとポリエーテルイミド樹脂(米国GE社製:Uitem 1000)を炭素繊維含有率が30重量%となるようにドライブレンドした後、6.5mm径押出機にて押出温度380℃で溶融・混練しながら押出す操作を行って均一配合ペレットを得た。

【0074】次に、上記均一配合ペレットを型締圧75TONの射出成形機を用いて、シリンダ温度380℃、金型温度200℃の成形条件で図3に示したような成形金型10を使用して繊維強化樹脂製インペラの成形を行った。

11

【0075】(比較例7)比較例1に記載の処理を行った炭素繊維チャップドストランドとポリエーテルサルホン樹脂(英国ICI社製:Vitrex PES 4100P)を炭素繊維含有率が30重量%となるようにドライブレンドした後、6.5mm押出機にて押出温度380℃で溶融・混練しながら押出す操作を行って均一配合レットを得た。

【0076】次に、上記均一配合レットを型押圧75TONの射出成形機を用いて、シリンダ温度380℃、金型温度200℃の成形条件で図3に示したような成形金型10を使用して繊維強化樹脂製インペラ1の成形を行った。

【0077】(評価試験例)実施例5、比較例5を除く他の実施例、比較例の繊維強化樹脂製インペラについては、残留ひずみの除去と結晶化(マトリックス樹脂が結晶性高分子の場合)のために230℃×5時間の熱処理を行い、その後下での試験に供した。

【0078】(1)バースト試験

(目的) 遠心耐力は回転数の2乗に比例するため、バースト(破壊)回転数を測定することによって樹脂製インペラの実体強度の評価ができる。

【0079】(方法) スピンテスターを使用し、減圧(-74.0mmHg)下で試験を行った。

【0080】(2)連続耐久試験

(目的) 実体の疲労・クリープ寿命の評価と翼部の変形によって発生するコンプレッサハウジングとの接触による破壊の評価。

【0081】(方法) 耐久試験装置を用いて、吸入空気温度40℃(エアクラント入口)、回転数130,000rpmで200時間を目途に試験を行った。

【0082】(3)翼物投入試験

\* (目的) 吸気系翼物による損傷度合いの評価。

【0083】(方法) コンプレッサ入口より0.5mg、1.0mgの金属片を5個投入し、損傷部位の数を測定した。

【0084】(4)翼部の接触試験

(目的) インペラとコンプレッサハウジング間の隙間を変えて、翼部破壊の有無を調べる。クリアランスは翼部破壊が生じなければ小さいほうが回転寿命が長いと望ましい。

【0085】(方法) クリアランスを3通りに設定して、各々5個ずつ試験に供し、破壊回数を測定した。

【0086】(5)実体圧縮試験

(目的) インペラ/シャフト間の位相変化が生じると異音が発生するため望ましくない。軸力(トルク)を大きくすると異音の発生を防止できるが、圧縮破壊の危険が生じる。このため圧縮強度の向上が重要となる。

【0087】(方法) 変位速度一定型試験機を用いてインペラの実体圧縮試験を行い、圧縮破壊荷重を測定した。

【0088】(6)振動G測定

(目的) 各実施例・比較例で成形したインペラの振動特性の評価を行った。この試験の目的はベアリングへの負荷の評価と異音発生の評価を兼ねている。

【0089】(方法) インペラの締結時の軸力を試験(5)で測定した実体圧縮強度の1/2となるように締結し、24時間放置後、60,000rpm、100,000rpmでの振動Gを測定した。

【0090】表1～表6に評価結果を示す。

【0091】

【表1】

平均バースト回転数 (rpm)

マトリックス樹脂		SFP		LFP
PEK/PEI	比較例1	218,000	実施例1	238,000
PEK	比較例2	204,000	実施例2	229,000
PEEK	比較例3	206,000	実施例3	222,000
PEN	比較例4	189,000	実施例4	217,000
PAI	比較例5	192,000	実施例5	204,000
PEI	比較例6	187,000	実施例6	206,000
PES	比較例7	187,000	実施例7	208,000



130,000rpm, 200h連続耐久試験					
マトリックス樹脂	SFP			LFP	
PEK/PEI	比較例1	>200h		実施例1	>200h
PEK	比較例2	>200h		実施例2	>200h
PEEK	比較例3	>200h		実施例3	>200h
PEN	比較例4	33.5h破壊		実施例4	>200h
PAI	比較例5	19.2h破壊		実施例5	132.1h破壊
PEI	比較例6	25.5h破壊		実施例6	167.8h破壊
PES	比較例7	25.2h破壊		実施例7	189.9h破壊

【0093】

\* \* 【表3】

異物投入によって異部先端に欠けが生じたインペラの数						
マトリックス樹脂	SFP			LFP		
	(金銅片の重量)	0.5mg	1.0mg	(金銅片の重量)	0.5mg	1.0mg
PEK/PEI	比較例1	2	4	実施例1	0	2
PEK	比較例2	1	3	実施例2	0	2
PEEK	比較例3	2	4	実施例3	0	2
PEN	比較例4	5	5	実施例4	1	3
PAI	比較例5	5	5	実施例5	2	3
PEI	比較例6	3	5	実施例6	1	3
PES	比較例7	3	5	実施例7	1	3

【0094】

※ ※ 【表4】

160, 000rpm時、クリアランスと裏面被膜厚との関係									
マトリックス樹脂	SFP				LFP				
	(クリアランス)	100 $\mu$ m	300 $\mu$ m	500 $\mu$ m	(クリアランス)	100 $\mu$ m	300 $\mu$ m	500 $\mu$ m	
PEK/PEI	比較例1	$\Delta$	$\circ$	$\circ$	実施例1	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
PEK	比較例2	$\Delta$	$\circ$	$\circ$	実施例2	$\Delta$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
PEEK	比較例3	$\times$	$\circ$	$\circ$	実施例3	$\Delta$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
PEN	比較例4	$\times$	$\Delta$	$\circ$	実施例4	$\Delta$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
PAI	比較例5	$\times$	$\Delta$	$\circ$	実施例5	$\Delta$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
PEI	比較例6	$\times$	$\times$	$\circ$	実施例6	$\Delta$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
PES	比較例7	$\times$	$\times$	$\circ$	実施例7	$\Delta$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
備考	○全被膜被膜せず $\Delta$ 1～4割被膜 $\times$ 全被膜								

[0095]

\* 40 \* [表5]

樹脂インベラ実体圧縮強度						
マトリックス樹脂	SFP			LFP		
	(比較例)	(比較例)	(比較例)	(実施例)	(実施例)	(実施例)
PEK/PEI	比較例1	3130 (kgf)	実施例1	4210 (kgf)		
PEK	比較例2	3070 (kgf)	実施例2	4005 (kgf)		
PEEK	比較例3	2960 (kgf)	実施例3	3870 (kgf)		
PEN	比較例4	2970 (kgf)	実施例4	3710 (kgf)		
PAI	比較例5	2920 (kgf)	実施例5	3210 (kgf)		
PEI	比較例6	2710 (kgf)	実施例6	3340 (kgf)		
PES	比較例7	2680 (kgf)	実施例7	3420 (kgf)		

【0096】

\* \* 【表6】

24時間放置後の振動Gの測定結果						
マトリックス樹脂	SFP			LFP		
	(回転数)	60.000	100.000	(回転数)	60.000	100.000
		rpm時	rpm時		rpm時	rpm時
PEK/PEI	比較例1	0.5G	0.7G	実施例1	0.5G	0.7G
PEK	比較例2	0.5G	0.9G	実施例2	0.5G	0.8G
PEEK	比較例3	0.7G	0.9G	実施例3	0.6G	0.7G
PEN	比較例4	0.6G	1.3G	実施例4	0.6G	0.9G
PAI	比較例5	0.7G	1.2G	実施例5	0.6G	1.0G
PEI	比較例6	0.9G	1.5G	実施例6	0.7G	1.0G
PES	比較例7	0.8G	1.4G	実施例7	0.7G	1.0G

【0097】表1に示したように、バースト（破壊）回転数は大幅に改良されたことが明らかである。この表1より、深心応力は回転数の2乗に比例するため、例えば、実施例2と比較例2との比較では、 $2.29 \times 0.002 / 2.04 \times 0.002 \approx 1.26$ となり、26%もの強度向上が達成されることになる。

【0098】図6に示したポリアミド66樹脂/ガラス（PA66/GF）の場合には、強度向上率が10%にも満たないことを考えると極めて顕微的な効果といえる。

【0099】前記したように、繊維端部が耐久信頼性に大きく影響しているために、ガラス繊維強化樹脂ベレットを使用した場合のデータからは予測できないほど大きな効果が得られている。

※【0100】表2に示したように、耐久性も大きく改善されたことが明らかである。とくに、比較例4～7では20～30時間で破壊していたインベラが実施例4～7では実施例1～3と共に100時間以上の寿命を持つに至った。高周波疲労やクリープは、荷重付加が不適切の場合には発熱の影響の減少やひずみ回復効果が期待できるため、連続耐久試験で100時間以上の寿命を有していれば十分使用可能と言える。

【0101】表3に示すように異物衝突による欠けの生じる割合も減少したことが明らかである。異物衝突による欠けが生じても圧縮強度は大きく低下しないが、クラックの起点となるため望ましくない。

※50 【0102】破壊靱性の劣るPEN、PAI、PEI、

PESをマトリックスとして使用した場合の信頼性が大きく改善されていると考えられる。

【0103】表4に示すように、長繊維強化樹脂ベレットの使用によって、コンプレッサハウジングとインペラのクリアランス設定が500 $\mu$ mから300 $\mu$ mに変更可となった。そのため、圧縮効率の改善が実現される。

【0104】表5および表6に示すように、実体圧縮強度の改善によってインペラ締結時の軸力増加が可能となったため、振動G特性が大幅に改善されたことが明らかである。これによって、異音のないより静かなターボチャージャー搭載車を作ることが可能となった。

【0105】この実施例および比較例の結果より明らかなように、長繊維強化樹脂ベレットの採用によって、繊維強化樹脂製インペラの諸特性は大幅に改善された。

【0106】最後に、各マトリックス樹脂と炭素繊維を組み合わせた場合に、繊維強化樹脂製インペラとして十分使用可能な繊維含有率を調べた。

【0107】前述のように、バースト回転数は実体強度をおおよそ表しており、表1および表2に示すように、バースト回転数が200,000rpmを超えるものはいずれも十分な耐久性が得られているため、バースト回転数200,000rpmを最低目標値とし、この目標が達成される最低繊維含有率を測定した。インペラの製造方法は繊維含有率を除いてはすべて実施例記載の方法と同じである。

【0108】ここでは、短繊維強化樹脂ベレットおよび長繊維強化樹脂ベレットのうちいずれのベレットを使用しても200時間耐久試験中に破壊しないPEEK樹脂をマトリックス樹脂として使用した場合と、長繊維強化樹脂ベレットを使用したときにのみ200時間耐久試験をクリアするPEEK樹脂を使用した場合、そしてバースト回転数と200時間耐久試験時の耐久時間が最も小さいPES樹脂をマトリックス樹脂として使用した場合についてそれぞれ測定を行った。

【0109】図4および図5にこれらの結果を示す。

【0110】長繊維強化樹脂ベレットを使用する場合は、短繊維強化樹脂ベレットを使用する場合よりも流動特性が低下するが、いずれのマトリックス樹脂を使用するときでも繊維含有率が40重量%までしか成形できなかった。また、短繊維強化樹脂ベレットの場合は45重量%まで成形可能である。

【0111】200時間耐久試験をクリアしているPEEK/炭素繊維系（図4にはPEEK/LCFと略記）、PEN/炭素（長）繊維系（図4にはPEN/LCFと略記）では、繊維含有率が20重量%の時にバースト回転数は200,000rpmに達しており、繊維強化樹脂製インペラとして十分使用可能と考えられるが、PES/炭素繊維系（図5にはPES/LCFと略記）では200,000rpm以上のバースト回転数を

得るには繊維含有率が25重量%以上であることが必要であった。

【0112】したがって、マトリックス樹脂がPEEK/PEI、PEK、PEEK、PENの場合には繊維含有率が20重量%以上40重量%以下、マトリックス樹脂がPAI、PEI、PESの場合には25重量%以上40重量%以下であれば十分な信頼性を有する繊維強化樹脂製インペラを提供することができ、

【0113】なお、前記実施例では、より安価な提供が可能とするため、製造コストが高い長繊維強化樹脂ベレットについては繊維含有率が大きいものを使用し、これに非強化樹脂ベレットを混ぜる方法を用いているが、所望の繊維含有率を有する長繊維強化樹脂ベレットを単独で使用してもかまわない。

【0114】また、十分な信頼性が得られる範囲内で長繊維強化樹脂ベレットにチャップド繊維を加えたり、あるいは、長繊維強化樹脂ベレットと短繊維強化樹脂ベレットを混合した成形材料を製造して、所望の繊維含有率の成形品を得るようにしてもよい。

【0115】さらに、当然のことながら、製品の信頼性を損なわない範囲内で、各種充填剤、難燃剤、難燃剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤、潤滑剤、着色剤、熱安定剤等を加えてもかまわない。

【0116】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、繊維強化樹脂からなる異音・基盤一体型繊維強化樹脂製インペラにおいて、繊維強化樹脂製インペラの平均炭素繊維含有率が、マトリックス樹脂がポリアーテルケトン樹脂、ポリアーテルケトン樹脂、ポリアーテルイミドのブレンド樹脂、ポリアーテルニトリル樹脂の場合には20〜40重量%、また、マトリックス樹脂がポリアーテルイミド樹脂、ポリアーテルサルホン樹脂、ポリアミドイミド樹脂の場合には25〜40重量%となるように炭素長繊維強化樹脂ベレットを単独あるいは少なくとも炭素長繊維強化樹脂ベレットを含む混合原料を使用して成形してなるものとしたから、射出成形や押し出し成形などによってインペラの成形が可能であると共に、バースト回転数が高い軽量インペラを提供することが可能であり、炭素長繊維強化樹脂ベレットを使用することによって、実体強度の向上、耐久寿命の改良、耐衝撃衝突性の向上、コンプレッサハウジングとインペラ間のクリアランスの縮小による圧縮効率の改善、圧縮破壊強度の向上とそれともなる軸力増加による異音の解消などの効果が得られるようになるという著しく優れた効果がもたらされる。また、従来のチャップド繊維との組み合わせでは耐久性に不安があったPAI/炭素繊維系、PEI/炭素繊維系、PES/炭素繊維系でも繊維強化樹脂製インペラ用材料として使用可能となった。とくに、PEIおよびPESは比較的安価なため、より安価な製品を提供可能とした意

21

義も大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による繊維強化樹脂製インペラの斜視説明図である。

【図2】図1に示した繊維強化樹脂製インペラをシャフト部へ取り付け付けた状態を示す断面説明図である。

【図3】インペラ用成形金型の断面説明図である。

【図4】本発明に係る繊維強化樹脂製インペラ（PEEK/LCF、PEN/LCF）のバースト回転数の繊維含有率依存性を示すグラフである。

【図5】本発明に係る繊維強化樹脂製インペラ（PES/LCF）のバースト回転数の繊維含有率依存性を示すグラフである。

【図6】ポリアミド66樹脂/ガラス繊維（PA66/GF）の引張り強度の繊維含有率依存性を示すグラフである。

22

【図7】ポリアミド66樹脂/ガラス繊維（PA66/GF）の平均繊維長の繊維含有率依存性を示すグラフである。

【図8】炭素短繊維分散強化複合材料の繊維端部からの破壊を示す顕微鏡写真図である。

【図9】ポリエーテルエーテルケトン樹脂/炭素繊維（PEEK/CF）の単位面積当りの繊維端部数の繊維含有率依存性を示すグラフである。

【図10】ポリアミド66樹脂/ガラス繊維（PA66/GF）の単位面積当りの繊維端部数の繊維含有率依存性を示すグラフである。

【符号の説明】

1 繊維強化樹脂製インペラ

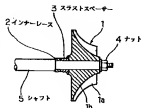
1a 翼部

1b 基部

【図1】



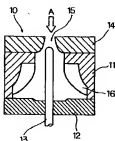
【図2】



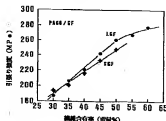
【図8】



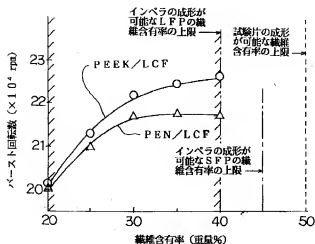
【図3】



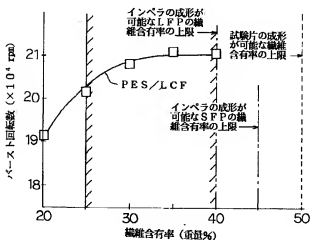
【図6】



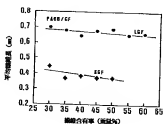
【図4】



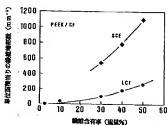
【図5】



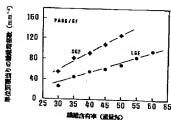
【図7】



【図9】



【図10】



【手続補正書】

【提出日】平成4年7月24日

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図8

【補正方法】変更

【補正内容】

【図8】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 08 L 71/10	L Q K	9167-4J		
79/08	L R B	9285-4J		
	L R C	9285-4J		
81/06	L R F	7308-4J		
F 01 D 5/04		7825-3G		
F 02 B 39/00	Q	9332-3G		
	U	9332-3G		
// B 29 K 71:00				
105:08				
B 29 L 31:08		4F		
C 08 L 71:00		9167-4J		